

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни

Теорія горіння та вибуху

*(для студентів 1-го, 2-го та 4-го курсу денної форми
навчання спеціальності 263 – Цивільна безпека)*

Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2017

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни Теорія горіння та вибуху (для студентів 1-го, 2-го та 4-го курсу денної форми навчання спеціальності 263 – Цивільна безпека) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: П. А. Білим. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 14 с.

Укладач: канд. хім. наук., доц. П. А. Білим

Рецензент: канд. техн. наук., доц. Г. В. Фесенко

Рекомендовано кафедрою «Охорони праці та безпеки життєдіяльності»,
протокол № 3 від 03.09. 2014 року

З М І С Т

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
1 ВИКОНАННЯ РГР.....	4
2 ЗМІСТ РОБОТИ.....	4
3 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РГР.....	5
3.1 Загальні положення та постановка завдання на виконання роботи.....	5
3.2 Вибір варіанту завдання і загальні методичні вказівки по виконанню РГ.....	10
3.3 Завдання до РГР.....	10
3.4 Методичні вказівки по проведенню розрахунків	12
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	13

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Ці методичні вказівки розроблено відповідно до робочої програми курсу «Теорія горіння та вибуху». Робоча програма передбачає виконання студентами розрахунково-графічної роботи (РГР) на тему «Розрахунок параметрів горіння та вибуху».

1 ВИКОНАННЯ РГР

Роботу виконують на скріплених аркушах формату А4 , на обкладинці роблять надпис «Розрахунково-графічна робота з дисципліни «Теорія горіння та вибуху». Крім того на обкладинці вказують назву академії, кафедру, прізвище та ініціали студента, групу, рік навчання, шифр залікової книжки, а також прізвище та посаду викладача, під керівництвом якого виконується робота.

Повністю виконану і оформлену роботу здають викладачу на рецензію не пізніше ніж за два тижні до початку екзаменаційної сесії.

Графічна частина роботи має бути представлена графіками отриманих залежностей.

РГР виконують за варіантами. Варіант РГР відповідає порядковому номеру студента в навчальному журналі групи.

Робота, виконана за чужим варіантом, не рецензується і повертається на переробку.

Без виконаної і позитивно оціненої викладачем РГР студент не допускається до іспиту із зазначеного курсу.

2 ЗМІСТ РОБОТИ

На базі вихідних даних студент повинен:

- провести розрахунок адіабатичної температури горіння та вибуху горючою речовини;
- провести розрахунок концентраційних меж поширення полум'я та мінімальної флегматизуючої концентрації азоту у пароповітряної суміші
- побудувати графік залежності концентраційних меж поширення полум'я от концентрації флегматизатора;
- зробити висновки.

3 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РГР

3.1 Загальні положення та постановка завдання на виконання роботи

У молекулярній фізиці кількість речовини зручно виражати в молі або кіломолях. 1 моль речовини – кількість речовини в грамах, маса якої чисельно рівна молекулярній масі. Наприклад, маса 1 моля водню H_2 рівна 2 г/моль або 2×10^{-3} кг/моль, а маса 1 моля метану CH_4 – 16 г/моль або 16×10^{-3} кг/моль. 1 кіломоль речовини в тисячу разів більше 1 благаючи, тому його маса в 103 раз більше, наприклад, для метану маса 1 кіломоля складає 16 кг/кмоль.

У зв'язку з тим, що маса 1 благаючи речовини чисельно рівна його молекулярній масі, то в 1 молі будь-якої речовини міститься однакова кількість молекул. Воно складає $N = 6,02 \cdot 10^{23}$ молекул/моль (число Авогадро). Тому в газоподібному стані 1 моль будь-якої речовини за нормальних умов займає один і той же об'єм, рівний 22,4 л. Таким чином, об'єм 1 моля будь-якого газу при $T = 273 \text{ }^\circ\text{C}$ і $P = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ складає 22,4 л/моль або $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$. Об'єм 1 кіломоля в тисячу разів більше і рівний 22,4 $\text{м}^3/\text{кмоль}$. Об'єм 1 моля газу можна визначити з стану рівноваги (Клапейрона – Менделєєва)

$$PV = \frac{m}{M}RT, \quad (1)$$

де m – маса речовини, M – маса одного моля речовини, n – число молів речовини, R – універсальна газова стала ($R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$).

Для 1 речовини ($m/M = 1$) об'єм газу за нормальних умов становить

$$V_\mu = \frac{RT_0}{P_0} = \frac{8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 273 \text{ К}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}} = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль},$$

де $\text{Дж} = \text{Н} \cdot \text{м}$, $\text{Па} = \text{Н}/\text{м}^2$.

Щільність речовини в газоподібному стані за нормальних умов

$$\rho = \frac{M}{V_0}. \quad (2)$$

Якщо умови відрізняються від нормальних, необхідно ввести поправки на температуру і тиск. Для цього можна використовувати об'єднаний газовий закон:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \rightarrow V = V_0 \frac{P_0 T}{PT_0}. \quad (3)$$

Використання таких величин, як маса і об'єм 1 речовини дозволяє значно спростити вирішення багатьох практичних важливих завдань, коли необхідно по відомій масі речовини знайти його об'єм в газоподібному стані або навпаки.

Під температурою горіння розуміють максимальну температуру, до якої нагріваються продукти горіння. Прийнято розрізняти адіабатичну температуру

горіння, що розраховується без урахування втрат тепла назовні, і дійсну температуру горіння, зараховуючи ці тепловтрати.

Для розрахунку температури горіння складемо рівняння теплового балансу, вважаючи, що виділилося в результаті згорання тепло нагріває продукти горіння (CO_2 , H_2O , $\text{N}_2\ldots$) від початкової температури T_0 до температури T_r , збільшуючи їх тепловміст:

$$Q_H(1-\eta) = \sum [H_{n_{z_i}}(T_r) - H_{n_{z_i}}(T_0)] \cdot V_{n_{z_i}} \quad (4)$$

де H – коефіцієнт тепловтрат (частка втрат тепла на випромінювання);

$H_{n_{z_i}}(T_r)$ и $H_{n_{z_i}}(T_0)$ – значення тепловміст (ентальпії) i -го продукту горіння

при температурі горіння і початковій температурі;

$V_{n_{z_i}}$ – об'єм i -го продукту горіння.

Якщо тепловміст продуктів горіння при $T = 273^\circ\text{C}$ прийняти рівним нулю, то

$$Q_H(1-\eta) = \sum H_{n_{z_i}}(T_r) \cdot V_{n_{z_i}} \quad (5)$$

Завдання полягає в тому, щоб по відомій залежності тепловмісту газів від температури методом послідовних наближень знайти температуру, при якій буде справедливо це рівність.

Нагадаємо, що адіабатичним називають процес, що відбувається без теплообміну з навколишнім середовищем, тому температуру горіння, розраховують за умови відсутності тепловтрат, називають адіабатичною. Тому для адіабатичного процесу:

$$Q_H = \sum H_{n_{z_i}}(T_r) \cdot V_{n_{z_i}} \quad (6)$$

Температура горіння залежить від концентрації пального в горючій суміші. Якщо горіння відбувається з надміром повітря, тобто при $\alpha > 1$, то в результаті згорання тепло частково витрачається на нагрів цього зайвого повітря. У горючій суміші з $\alpha < 1$ через нестачу повітря повне згорання горючої речовини відбутися не може, тому і тепловиділення в такій суміші буде неповним. З цього можна зробити висновок, що максимальна температура горіння буде при згоранні стехіометричної суміші, тобто при $\alpha = 1$.

Адіабатичну температуру горіння, як правило, розраховують для стехіометричної суміші, тобто за умови $\alpha = 1$.

Для наближених розрахунків дійсної температури горіння можна використовувати формулу:

$$T_r = T_0 + \frac{Q_H(1-\eta)}{\sum C_{p_{n_{z_i}}} \cdot V_{n_{z_i}}}, \quad (7)$$

де C_p – середнє значення теплоємності i -го продукту горіння при постійному тиску в інтервалі температур від 273°C до T_r , яка прийнята рівною 1500°C .

Принципова відмінність між горінням і вибухом полягає в швидкості процесу. При вибуху хімічне перетворення відбувається швидко, що все тепло,

що виділилося, залишається в системі, а продукти не встигають розширитися, тобто процес вибуху є адіабатичним і ізохорним ($V = const$). Кількість теплоти, при вибуху, приблизно дорівнює нижчій теплоті згорання речовини $Q_{виб} = Q_n$. Температура вибуху значно вище адіабатичною температури горіння, оскільки при горінні частина тепла, що виділилося при хімічному перетворенні, витрачається на здійснення роботи розширення газу, а при вибуху тепло, що все виділилося, витрачається тільки на підвищення внутрішньої енергії системи. Враховуючи, що $Q_{виб} = Q_n$, а ріст ентальпії (тепловмісту) продуктів реакції відбувається лише в результаті зміни внутрішньої енергії ($dH = dU + pdV = dU$ при $dV = 0$), рівняння теплового балансу для вибуху можна записати в наступному вигляді

$$Q_n = \sum [U_{n_{г_i}}(T_{виб}) - U_{n_{г_i}}(T_0)] \cdot V_{n_{г_i}} \quad (8)$$

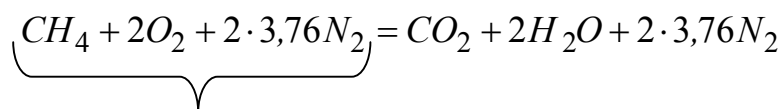
де $U_{n_{г_i}}(T_{виб})$ і $U_{n_{г_i}}(T_0)$ – значення внутрішньої енергії i -го продукту вибуху (горіння) при температурі вибуху і початковій температурі. Якщо для зручності розрахунків прийняти, що внутрішня енергія газів при $T = 273$ К рівна нулю, то повна внутрішня енергія продуктів вибуху при температурі вибуху буде рівна кількості теплоти, що виділилася в результаті хімічної реакції:

$$Q_n = \sum U_{n_{г_i}}(T_{виб}) \cdot V_{n_{г_i}} \quad (9)$$

Температуру вибуху знаходять методом послідовних наближень так само як адіабатичну температуру горіння. Тільки при розрахунку замість залежності тепловмісту від температури використовують залежність внутрішньої енергії від температури (табл. V застосування).

Газова суміш пального з окиснювачем здатна запалати і поширювати полум'я тільки при певних концентраціях пального. Мінімальна концентрація пального, при якій суміш здатна спалахувати і поширювати полум'я, називається нижньою концентраційною межею розповсюдження полум'я (НКПР), а максимальна концентрація пального – верхньою концентраційною межею розповсюдження полум'я (ВКПР). При концентраціях пального нижче НКПР і вище ВКПР його суміші з повітрям негорючі. Наприклад, для метану CH_4 концентраційні межі розповсюдження полум'я складають НКПР – 5 про. %, а ВКПР – 15 про. %, для аміаку NH_3 НКПР – 15 про. %, а ВКПР – 28 про. %. Швидкість розповсюдження полум'я і його температура мінімальні в граничних сумішах, тобто при концентраціях пального, рівних НКПР і ВКПР. Максимальні значення швидкості і температури полум'я, як правило, мають суміші стехіометричного складу. Тому ці суміші найбільш пожежовибухонебезпечні. Концентрацію пального в стехіометричній суміші

розраховують по рівнянню матеріального балансу процесу горіння. Наприклад, з рівняння горіння видно, що стехіометрична суміш метану з повітрям



стехіометрична суміш

містить 1 міль метану, 2 моля кисню і 2·3,76 молі азоту. Концентрація пального в такій суміші

$$\varphi_{стех} = \frac{n_{CH_4} \cdot 100}{n_{CH_4} + n_{O_2} + n_{N_2}} = \frac{1 \cdot 100}{1 + 2 + 2 \cdot 3,76} = 9,5\%. \quad (10)$$

Значення концентраційних меж розповсюдження полум'я, приведені в довідковій літературі, встановлені експериментально.

Значення як нижнього, так і верхнього концентраційних меж розповсюдження полум'я (КПР) можна розрахувати по формулі апроксимації

$$\varphi_{n(в)} = \frac{100}{an + b}, \quad (11)$$

де n – число молі кисню, необхідне для повного згорання одного моля горючої речовини, знаходять з рівняння реакції горіння (стехіометричний коефіцієнт при кисні); a і b – константи, що мають певні значення для нижньої і верхньої меж залежно від значення n , приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Величини a та b для розрахунку КПР

Область застосування	a	b
Для розрахунку НМПП	8.684	4.679
Для розрахунку ВМПП при $n < 7.5$	1.550	0.560
при $n > 7.5$	0.768	6.554

Концентраційна область розповсюдження полум'я горючої суміші звужується при введенні негорючих компонентів. Зміна концентраційних меж залежить від природи і концентрації негорючої речовини, використовуваної як флегматизатора.

Найчастіше як флегматизатори використовують нейтральні гази (не реагуючі в полум'ї), такі, як вуглекислий газ CO_2 , азот N_2 , водяна пара H_2O . При збільшенні концентрації флегматизатора в горючій суміші верхню концентраційну межу зменшується, а нижній, як правило, трохи збільшується. При деякій визначеній для кожного флегматизатора концентрації нижні і верхні концентрації межі зникаються (рис. 1). Ця крапка називається екстремальною точкою області розповсюдження полум'я або точкою флегматизації.

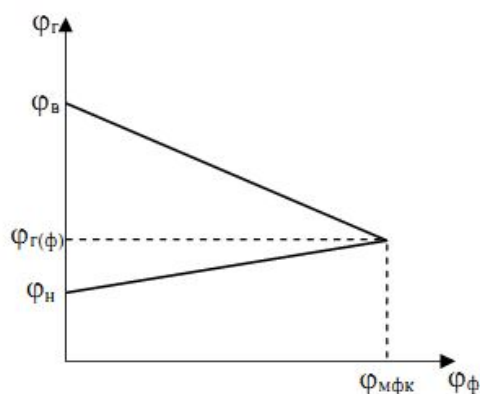


Рисунок 1 – Залежність концентраційних меж розповсюдження полум'я від концентрації флегматизатора в газоповітряній суміші

Концентрація флегматизатора, при якій відбувається зімкнення нижньої і верхньої концентраційних меж, називається мінімальною флегматизуючою концентрацією (МФК). По суті, це мінімальна кількість флегматизатора, яке необхідно ввести в газоповітряну суміш стехіометричного складу, щоб зробити її негорючою. Мова йде про стехіометричні суміші, оскільки вона найбільш пожежонебезпечна. Мінімальну флегматизуючу концентрацію можна розрахувати, якщо виходити з того, що адіабатична температура горіння суміші стехіометричного складу не може бути менше 1500 °С.

Якщо за граничну адіабатичну температуру горіння прийняти температуру, рівну 1500 °С, то достатньо точно розрахунок МФК можна провести по рівнянню (7), яке для цього випадку запишеться так

$$T_z = T_0 + \frac{Q_n}{\sum C p_i V_{n_{z_i}} + C p_{\phi} V_{\phi}}, \quad (12)$$

де $C p_{\phi}$ – середнє значення теплоємності флегматизатора при постійному тиску для температурного інтервалу 273-1500 До, V_{ϕ} – кількість флегматизатора в початковій горючій суміші. Тоді з (12) отримаємо

$$V_{\phi} = \frac{Q_n - (T_z - T_0) \sum C p_{n_{z_i}} V_{n_{z_i}}}{(T_z - T_0) C p_{\phi}}. \quad (13)$$

Якщо в рівняння (13) підставити значення $T_z = 1500$ °С, то отримаємо кількість флегматизатора в початковій горючій суміші, при якому досягається ця гранична температура горіння.

$$V_{МФК} = \frac{Q_n - (1500 - T_0) \sum C p_{n_{z_i}} V_{n_{z_i}}}{(1500 - T_0) C p_{\phi}}, \quad (14)$$

А мінімальна флегматизуюча концентрація в %, складе:

$$\phi_{МФК} = \frac{V_{\phi} 100}{V_z + V_{O_2} + V_{N_2} + V_{\phi}} \quad \text{або} \quad \phi_{МФК} = \frac{n_{\phi} 100}{n_z + n_{O_2} + n_{N_2} + n_{\phi}} \quad (15)$$

При розрахунку МФК приймають, що при згоранні горючої речовини на цій межі вуглець, що міститься в ній, окислюється в основному до 3 . Концентрацію пального в суміші, відповідній точці флегматизації, в % .

$$\varphi_z(\phi) = \frac{V_z 100}{V_z + V_{O_2} + V_{N_2} + V_\phi} \quad \text{або} \quad \varphi_z(\phi) = \frac{n_z 100}{n_z + n_{O_2} + n_{N_2} + n_\phi} \quad (16)$$

Концентрацію кисню в цій же суміші (у точці флегматизації) називають мінімальним вибухонебезпечним змістом кисню (МВЗК), вона буде рівна

$$\varphi_{O_2}(\phi) = \frac{V_{O_2} 100}{V_z + V_{O_2} + V_{N_2} + V_\phi} \quad \text{або} \quad \varphi_{O_2}(\phi) = \frac{n_{O_2} 100}{n_z + n_{O_2} + n_{N_2} + n_\phi} \quad (17)$$

3.2 Вибір варіанту завдання і загальні методичні вказівки по виконанню РГР

Номер варіанту завдання вибирається по останніх двох цифрах залікової книжки. Для цифр від 01 до 50 номер варіанту відповідає номеру залікової книжки. Якщо останні дві цифри складають число більше 50 (від 51 до 00), то для знаходження номера варіанту завдання з цього числа необхідно відняти 50. Наприклад, дві останні цифри залікової книжки 67, в цьому випадку номер варіанту завдання буде $(67-50) = 17$.

РГР необхідно виконати в окремому зошиті або на листах формату А4. На титульному листі в обов'язковому порядку повинні бути вказані найменування роботи, П.І.Б слухача, що виконав її, номер залікової книжки і номер вибраного варіанту завдання. Роботи, в яких не вказаний номер залікової книжки викладачами перевірятися не будуть, оскільки вони не можуть бути зараховані.

По ходу виконання РГР необхідно давати докладні пояснення до розрахунків, що проводяться. Розрахункові формули необхідне записати в загальному вигляді, а потім підставляти в них чисельні значення величин. При використанні довідкових і табличних значень необхідно указувати в тексті роботи, звідки узята та або інша величина.

3.3 Завдання до РГР

Для речовини А (вибрати в табл. 3 відповідно до номера варіанту завдання) розрахувати наступні параметри горіння і вибуху:

- адіабатичну температуру горіння ($T_{ад}$);
- температуру вибуху ($T_{вб}$);
- концентраційні межі розповсюдження полум'я (КПР);
- мінімальну флегматизуючу концентрацію азоту (МФК);
- концентрацію пального в точці флегматизації;
- залежність КПР від концентрації флегматизатора;

Таблиця 2 – Варіанти завдань по РГР

№ варіанту	Речовина	Брутто формула	Розмір приміщення, а×b×h, м
1	Амілбензол	C ₁₁ H ₁₄	4,0x3,5x3,0
2	Трет-аміловий спирт (2-метіл-2-бутанол)	C ₅ H ₁₂ O	5,0x4,0x2,5
3	Трет-бутілбензол (2-метіл-2-фенілпропан)	C ₁₀ H ₁₄	4,5x4,0x3,0
4	2,2-діметілбутан	C ₆ H ₁₄	5,5x4,0x3,0
5	2,4-діметілгексан	C ₈ H ₁₈	6,0x4,5x3,0
6	3,3-діметілгептан	C ₉ H ₂₀	6,5x4,0x3,0
7	2,6-діметіл-4-гептанол	C ₉ H ₂₀ O	7,5x5,0x4,0
8	4,5-діметілоктан	C ₁₀ H ₂₂	8,0x5,5x4,0
9	2,2-діметілпентан	C ₇ H ₁₆	4,0x3,5x3,0
10	2,4-діметіл-3-пентанол	C ₇ H ₁₆ O	8,5x5,0x4,0
11	2,4-діметіл-3-етілпентан	C ₉ H ₂₀	7,5x4,0x4,0
12	1,4-діетілбензол	C ₁₀ H ₁₄	8,0x5,0x3,5
13	3,5-діетілтолуол	C ₁₁ H ₁₆	9,0x5,5x4,0
14	Втор-ізоаміловий спирт (3-метан-2-бутанол)	C ₅ H ₁₂ O	9,5x5,0x4,0
15	Ізобутіловий спирт (2-метіл-1-пропанол)	C ₄ H ₁₀ O	6,5x6,0x4,0
16	Ізогексіловий спирт (4-метіл-1-пентанол)	C ₆ H ₁₄ O	10,0x6,0x3,5
17	4-ізопропілгептан	C ₁₂ H ₂₂	9,5x6,0x4,0
18	п-ксілол (1,4 – діметілбензол)	C ₈ H ₁₀	10,0x4,5x3,0
19	2-метіл-1-бутанол	C ₅ H ₁₂ O	6,0x5,0x2,5
20	3-метілгексан (ізогептан)	C ₇ H ₁₆	8,5x4,0x3,0
21	2-метилгептан (ізооктан)	C ₁ H ₁₆	9,0x6,0x5,5
22	4-метілоктан	C ₉ H ₂₀	6,5x3,0x3,0
23	3-метілгептан (2-етилетан)	C ₆ H ₁₄	8,0x6,0x4,5
24	4-метіл-2-пентанол (метіламіловий спирт)	C ₆ H ₁₄ O	10,5x6,0x5,0
25	3-метіл-4-етілгексан	C ₉ H ₂₀	6,0x4,5x3,0
26	2-метіл-3-етілпентан	C ₈ H ₁₈	8,0x5,0x4,0
27	4-метіл-2-етілпентанол (2-етілізогексанол)	C ₈ H ₁₈ O	7,0x4,0x3,0
28	Пентаметілбензол	C ₁₁ H ₁₆	6,0x4,0x3,0
29	Пропілбензол (фенілпропан)	C ₉ H ₁₂	9,0x5,0x4,0
30	1,2,3,4-тетраметілбензол	C ₁₀ H ₁₄	10,0x5,0x4,0
31	2,2,3,3 –тетраметілгептан	C ₁₁ H ₂₄	10,5x5,0x4,0
32	2,3,3,4-тетраметілпентан	C ₉ H ₂₀	7,0x5,0x4,0
33	1,2,3 – триметілбензол	C ₉ H ₁₂	5,0x4,0x3,0
34	1,2,3 – триметілбутан	C ₇ H ₁₆	8,0x4,0x3,0
35	1,2,3 – триметілгексан	C ₉ H ₂₀	4,0x4,5x3,0
36	1,2,3 – триметілгептан	C ₁₀ H ₂₂	6,0x3,5x3,0
37	1,2,3 – триметілпентан	C ₈ H ₁₈	4,5x5,0x4,0
38	Етилбензол	C ₈ H ₁₀	5,5x5,0x3,0
39	3-етілоктан	C ₁₀ H ₂₂	7,5x5,0x4,0
40	метаєтилтолуол (1-метіл-3-етілбензол)	C ₉ H ₁₂	6,0x6,0x4,5
41	3,3-диетілпентан	C ₉ H ₂₀	5,5x4,0x3,0
42	втор-октиловий спирт	C ₈ H ₁₈ O	6,0x4,5x3,0
43	Ізобутан	C ₄ H ₁₀	7,0x5,0x3,5
44	Ізобутілбензол	C ₁₀ H ₁₄	6,5x4,0x3,0
45	Ізогексан	C ₆ H ₁₄	7,5x5,0x4,0
46	кумол (ізопропілбензол)	C ₆ H ₁₂	8,0x5,5x4,0
47	цимол (1-ізопропіл-4-метілбензол)	C ₁₀ H ₁₄	8,5x5,0x4,0
48	м-ксілол (1,3-діметілбензол)	C ₈ H ₁₂	7,5x4,0x4,0
49	2-метілнонан	C ₁₀ H ₂₂	8,0x5,0x3,5
50	3-пентанол	C ₅ H ₁₂ O	9,0x5,5x4,0

3.4 Методичні вказівки по проведенню розрахунків

1. Для визначення адіабатичної температури горіння необхідно знати об'єм продуктів горіння і кількість теплоти, що виділилася при згоранні речовини. Об'єм продуктів горіння знаходять з рівняння матеріального балансу, а теплоту згорання речовини за законом Гесса. Розрахунок адіабатичної температури горіння проводять методом послідовних наближень, використовуючи залежність тепловмісту продуктів горіння від температури .

2. Температуру вибуху знаходять тим же методом послідовних наближень, тільки в цьому випадку використовують залежність внутрішньої енергії продуктів горіння (вибуху) від температури.

3. Розрахунок концентраційних меж розповсюдження полум'я (КПР) рекомендується провести по формулі апроксимації .

4. Для розрахунку мінімальної флегматизуючої концентрації (МФК) азоту в пароповітряній суміші використовують рівняння теплового балансу і поняття граничної адіабатичної температури горіння.

5. Концентрацію пального в точці флегматизації знаходять по формулі (14).

6. По набутих розрахункових значень КПР, МФК і концентрації пального в точці флегматизації будують графічну залежність концентраційних меж розповсюдження полум'я від концентрації флегматизатора .

В кінці роботи формулюються загальні висновки по РГР і указується використана література.

Список літератури

1. Андросов А. С., Бегишев И. Р., Салеев Е. П. Теория горения и взрыва: учебное пособие / А. С. Андросов – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 240 с.
2. Андросов А. С., Салеев Е. П. Примеры и задачи по курсу «Теория горения и взрыва»: учебное пособие / А. С. Андросов – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. – 80 с.
3. Баратов А. Н., Корольченко А. Я., Кравчук Г. Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения / А. Н. Баратов – М.: Химия, 2000. – 384 с.
4. Корольченко А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения / А. Я. Корольченко – М.: «Пожнаука», 2000. – 709 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни

ТЕОРІЯ ГОРІННЯ ТА ВИБУХУ

*(для студентів 1-го, 2-го та 4-го курсу денної форми навчання
спеціальності 263 – Цивільна безпека)*

Укладач **Білим** Павло Анатолійович

Відповідальний за випуск *В. І. Заїченко*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2015, поз. 173М

Підп. до друку 02.07.2015
Друк на різнографі
Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 0,5
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017 р.